

# Pembangunan Aplikasi Penyambungan Kabel *Fiber Optic* Menggunakan Metode *Fusion* Berbasis Simulasi

Muhammad Ghaniy Hartanto<sup>#1</sup>, Winarno Sugeng<sup>#2</sup>, Rio Korio Utoro<sup>#3</sup>

Program Studi Teknik Informatika - Jurusan Tek. Informatika - Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional – Bandung

<sup>1</sup>ghany.hartanto@gmail.com

<sup>2</sup>winarno.sugeng@gmail.com

<sup>3</sup>korio.utoro@itenas.ac.id

**Abstract** – Splicing of optical fibers have two methods, there are fusion splicing and mechanical splicing. Fusion splicing method is chosen because this method is gives permanent fusion. Fusion splicing is the act of combining two optical fiber end-to-end using heat parallel electrodes. The goal is to combine the two fibers together such that light passing through the fiber will be reflected back. Merging optical fiber using this method to connect Fusion Splicing can be done using a tool arc fusion splicer. Arc fusion splicer is a tool that is used to connect the optical fiber using parallel electrode rod smelting perfectly accurate light reflection. This study is to build simulation about how to splicing optical fibers using fusion splicing. Simulation program is chosen because of the price of arc fusion splicer is very expensive ranging from millions rupiah in 2016 so this simulation media may be one visualization of the original tools of arc fusion splicer. The expected goal is to be able to know how to connect the fiber optic by using simulation.

**Keywords** – Arc Fusion Splicer, Fiber Optic, Fusion Splicing, Mechanical Splicing.

## I. PENDAHULUAN

Metode penyambungan *fiber optic* terbagi menjadi dua yaitu *fusion splicing* dan *mechanical splicing*. Metode *fusion splicing* menggunakan metode *fusi* yaitu peleburan dua ujung *fiber optic* sehingga penyambungannya bersifat permanen, sedangkan *mechanical splicing* menggunakan alat bantu *fiberlok*, penyambungan ini dilakukan agar rambatan cahaya dapat melewati *fiber optic* yang putus sehingga penyambungannya tidak dilakukan secara permanen, Metode ini merupakan metode alternatif agar *fiber optic* bisa merambat dengan baik.<sup>[1]</sup>

Dalam hal ini, akan dibangun sebuah simulasi penyambungan *fiber optic* dengan menggunakan metode *fusion splicing*. Metode *fusion splicing* dipilih karena metode ini penyambungannya bersifat permanen. *Fusion splicing* adalah tindakan menggabungkan dua *fiber optic end-to-end* dengan menggunakan panas elektroda yang

sejajar. Tujuannya adalah untuk memadukan dua fiber bersama-sama sedemikian rupa sehingga sinar yang melewati serat tersebar atau dipantulkan kembali.<sup>[2]</sup> Penggabungan *fiber optic* menggunakan metode penyambungan *fusion splicing* dapat dilakukan menggunakan alat *arcfusion splicer* yang merupakan alat yang digunakan untuk menyambung *fiber optic* menggunakan teknologi peleburan batang elektroda sejajar untuk keakuratan pemantulan cahaya sempurna.<sup>[11]</sup>

Penelitian ini ditujukan untuk membangun simulasi penyambungan fiber dari kabel *fiber optic* menggunakan metode *fusion splicing*. Metode simulasi dilakukan dikarenakan faktor harga *arc fusion splicer* yang relatif mahal berkisar puluhan juta, sehingga media simulasi ini dapat menjadi salah satu gambaran alat asli dari *arc fusion splicer*, dengan metode simulasi ini dapat meminimalisasi kesalahan dalam penggunaan alat asli dari *arc fusion splicer*. Simulasi penyambungan kabel *fiber optic* dibangun sebagai salah satu acuan lisensi penyambungan kabel *fiber optic*.

## II. FUSION SPLICING

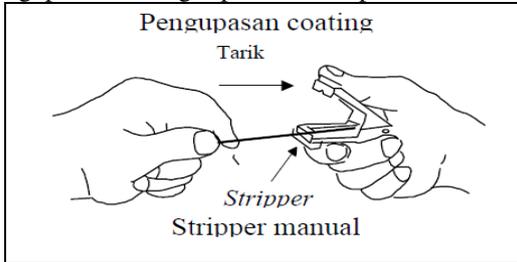
Teknik penyambungan kabel *fiber optic* untuk menyambung 2 *core fiber* secara permanen dengan menggunakan panas batang elektroda. Proses yang dilakukan dalam penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan *fusion splicing* antara lain<sup>[5]</sup>:

1. Pengupasan *outer jacket*.
2. Pengupasan *coating*.
3. Pengupasan *cladding*.
4. Pemotongan *core fiber* menggunakan *cleaver* agar diameter core tegak lurus.
5. Pembersihan *core fiber* menggunakan *Sticklers alcohol 90%*.<sup>[4]</sup>
6. Memasukan *sleeve protection* pada kabel *fiber optic*.

7. Penyambungan *core fiber* menggunakan alat *ARC Fusion Splicer*.<sup>[9]</sup>
8. Pemanasan *tube sleeve protection* agar titik sambungan tidak patah.<sup>[7]</sup>

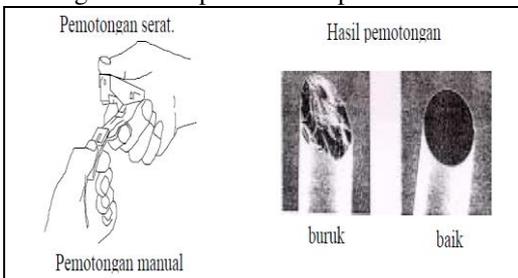
Proses yang dilakukan dalam *fusion splicing* antara lain<sup>[6]</sup>:

1. Pengupasan coating seperti terlihat pada Gambar 1.



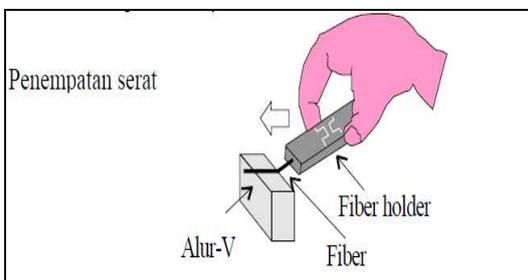
Gambar 1 Pengupasan Coating

2. Pemotongan serat seperti terlihat pada Gambar 2.



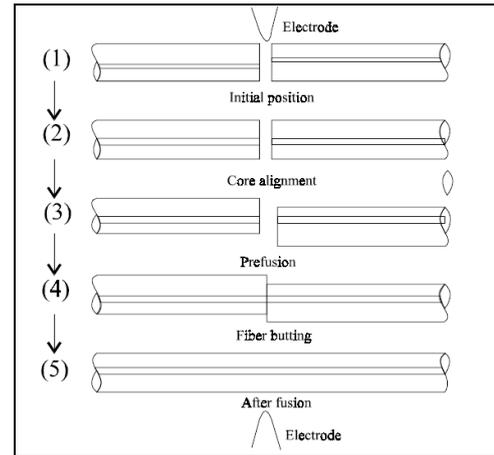
Gambar 2 Pemotongan Serat

3. Pemasangan fiber pada alur V seperti terlihat pada Gambar 3.

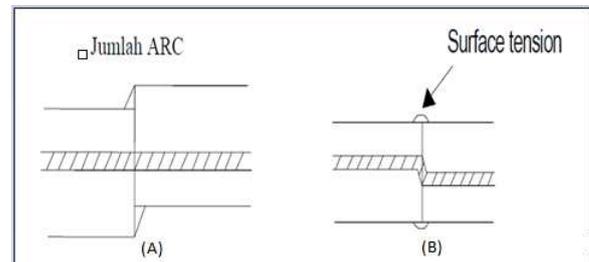


Gambar 3 Penempatan Core Pada Alur V

4. Membuat sejajar serat dan *fusion splicing* seperti terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

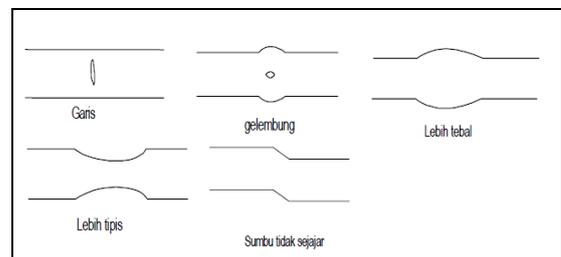


Gambar 4 Fiber Aligment Pada Sambungan Core



Gambar 5 (A)Penyambungan 1 Kali ARC (B)2 Kali ARC

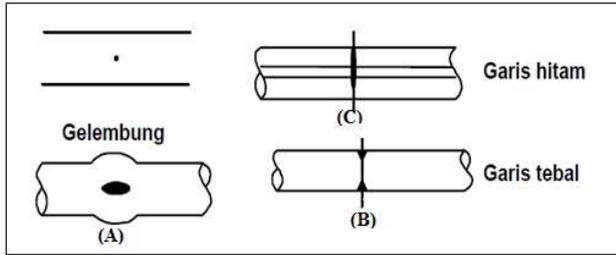
5. Mengecek hasil sambungan seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Berbagai Hasil Sambungan

Perkiraan nilai sambungan dan tampilan luar daripada titik sambungan menunjukkan baik buruknya kualitas sambungan. Hasil sambungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 7 yang memiliki kualitas sambungan sebagai berikut:

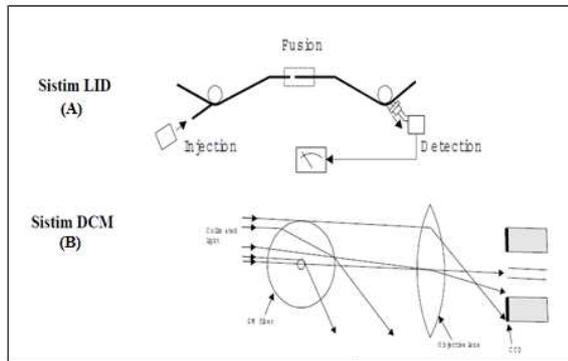
- a. Gelembung (A),
- b. Garis tebal (B),
- c. Garis hitam (C).



Gambar 7 Kualitas Sambungan

Perkiraan *fusion splicing loss* yang terdapat pada Gambar 8, ada dua cara yaitu:

- a. *Local injection and detection (LID)* yang ditunjukkan pada Gambar 8(A), Adalah cara mendeteksi perlemahan cahaya pada titik sambungan dengan injeksi cahaya yang ditembakkan pada sendi *core fiber*.<sup>[11]</sup>
- b. *Direct core monitoring (DCM)* (B) yang ditunjukkan pada Gambar 8(B). Adalah cara mengukur dan mendeteksi intensitas cahaya pada titik sambungan *core fiber*.<sup>[8]</sup>



Gambar 8 Set Up Aproksimasi Fusion Splicing Loss

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Dalam membangun aplikasi penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan metode *fusion* berbasis simulasi, dibutuhkan beberapa komponen perangkat keras pendukung. Antara lain sebagai berikut:

1. RAM 12 Gb dibutuhkan agar proses modeling gambar 3D tidak terhambat (lancar),
2. Video Card ATI RADEON 6870 1Gb 256 bit interface x2 crossfire digunakan agar proses menggambar model 3D lebih detail dari segi bentuk model dan warna objek 3D lebih terlihat seperti aslinya,
3. SSD 128 Gb digunakan agar kombinasi transfer data pada saat *render* beroperasi lebih cepat,
4. HDD 1 Tb digunakan sebagai media penyimpanan hasil objek.

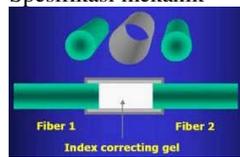
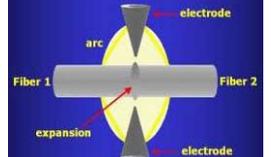
Dari segi perangkat lunak, aplikasi penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan metode *fusion* berbasis simulasi ini membutuhkan beberapa komponen perangkat lunak pendukung. Antara lain sebagai berikut:

1. Windows 8 pro 64bit dibutuhkan sebagai operating system pada pembangunan simulasi,
2. Intel Core i7 3.5 Ghz / 8 threads dibutuhkan untuk proses render objek 3D,
3. Macromedia flash 8 dibutuhkan untuk pemrograman aplikasi,
4. 3d max 2010 dibutuhkan untuk membuat gambar tiga dimensi aplikasi yang dibangun dan ditambahkan dengan modul V-ray untuk membuat object tiga dimensi lebih nyata.
5. Macromedia flash 8 dibutuhkan untuk pemrograman aplikasi,
6. 3d max 2010 dibutuhkan untuk membuat gambar tiga dimensi aplikasi yang dibangun dan ditambahkan dengan modul V-ray untuk membuat object tiga dimensi lebih nyata.
7. 3d max 2010 dibutuhkan untuk membuat gambar tiga dimensi aplikasi yang dibangun dan ditambahkan dengan modul V-ray untuk membuat object tiga dimensi lebih nyata.

IV. ANALISIS PERBEDAAN MECHANICAL SPLICING DAN FUSION SPLICING

Penelitian ini menggunakan metode *fusion splicing*, adapun perbedaan *fusion splicing* dengan *mechanical splicing* dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I  
PERBEDAAN MECHANICAL SPLICING DAN FUSION SPLICING

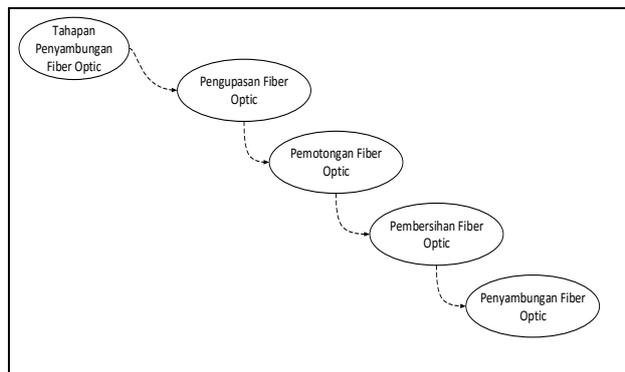
No.	Mechanical Splicing	Fusion Splicing
1	Menggunakan alat <i>assembly tool fiberlok</i>	Menggunakan alat <i>arc fusion</i>
2	Penyambungan bersifat <i>temporary</i>	Penyambungan bersifat <i>permanent</i>
3	Titik sambungan menggunakan alat bantu <i>fiberlok</i>	Titik sambungan dileburkan
4	Alat bantu <i>fiberlok</i> mempergunakan batang kaca yang sejajar	Mempergunakan dua batang <i>anode</i> sejajar yang mengeluarkan arus listrik panas
5	Spesifikasi mekanik 	Spesifikasi <i>fusion</i> 

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa metode *fusion splicing* lebih baik dibandingkan dengan metode *mechanical splicing*, hal tersebut dikarenakan metode *fusion splicing*

dalam tahap penyambungan *fiber optic* menggunakan alat *arc fusion* sehingga tingkat kesalahan yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan *fiberlok*, selain itu juga metode *fusion splicing* bersifat permanen sehingga sambungan yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan *mechanical splicing* yang bersifat *temporary*.

## V. ANALISIS TAHAPAN PENYAMBUNGAN FIBER OPTIC

Dalam melakukan penyambungan *fiber optic* diperlukan beberapa tahapan proses sesuai dengan metode *fusion splicing*, bahwa tahapan *penyambungan fiber optic* harus sesuai dengan urutan seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Alur Kerja Tahapan Penyambungan *Fiber Optic*

Berikut ini merupakan penjelasan setiap tahapan penyambungan *fiber optic* tersebut.

### A. Pengupasan *Fiber Optic*

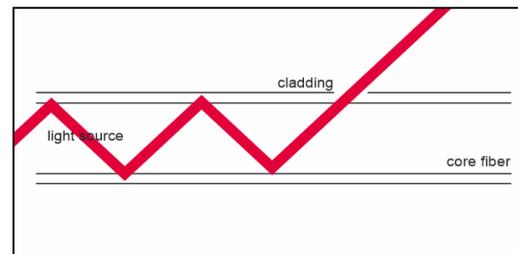
Proses pengupasan *fiber optic mechanical splicing* dan *fusion splicing* dilakukan menggunakan *stripper* (Gambar 10). *Stripper* merupakan alat khusus untuk mengupas lapisan *fiberoptic*. *Stripper* memiliki 3 bagian khusus untuk mengupas lapisan *fiberoptic*, bagian paling atas digunakan untuk mengupas *outer jacket*, bagian tengah digunakan untuk mengupas *coating* dan bagian bawah digunakan untuk mengupas *cladding*.



Gambar 10 *Stripper*

Hal pertama yang dilakukan adalah pengupasan lapisan *outer jacket* pada kabel *fiber optic* dengan menggunakan alat *stripper* kurang lebih 10 cm, hal tersebut dikarenakan jika pengupasan dilakukan kurang dari 10 cm maka kabel *fiber optic* tidak bisa dikunci oleh *sheath clamp* (pengunci kabel), kemudian dilanjutkan dengan pengupasan lapisan *coating* pada kabel *fiber optic* dengan menggunakan alat *stripper* dan tahap terakhir dalam pengupasan *fiber optic* adalah pengupasan lapisan *cladding* pada kabel *fiber optic* dengan menggunakan alat *stripper*.

Tahap pengupasan kabel *fiber optic* harus dilakukan di tahap pertama penyambungan *fiber optic* dikarenakan pada tahap penyambungan *fiber optic* bagian kabel yang disambung adalah bagian *core*, sehingga diperlukan pengupasan lapisan kabel untuk mendapatkan bagian *core* agar dapat diproses ke tahap selanjutnya di dalam proses penyambungan kabel *fiber optic*. Jika terjadi kegagalan dalam proses pengupasan kabel, maka akan terjadi hamburan cahaya pada lapisan dinding *cladding* yang disebut dengan *microbending loss*<sup>[5]</sup>, seperti yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Kegagalan Pengupasan *Fiber Optic* (*Microbending Loss*)

### B. Membelah/Memotong *Fiber Optic*

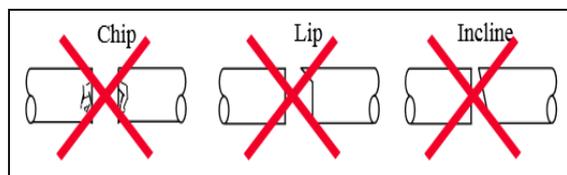
Proses membelah/memotong *fiber optic mechanical splicing* menggunakan amplas khusus *fiber optic*, sedangkan proses membelah/memotong *fiber optic fusion splicing* dilakukan menggunakan *cleaver* (Gambar 12). *Cleaver* adalah alat khusus yang digunakan untuk memotong *core fiber*.



Gambar 12 *Cleaver*

Hal pertama yang dilakukan adalah meletakkan kabel *fiber optic* pada alat *cleaver*, kemudian menutup pengunci kabel dan menutup pelindung pemotong *core fiber* pada alat *cleaver*, setelah ditutup maka dilanjutkan dengan proses menekan tombol pemotongan *core fiber* pada *cleaver*, setelah tombol ditekan maka kabel *fiber optic* akan terpotong, kemudian masuk ke tahap membuka pengunci kabel dan pelindung *core fiber* pada *cleaver*, kemudian angkat kabel *fiber optic* yang sudah terpotong oleh alat *cleaver* dan tahap terakhir adalah proses pengecekan hasil pemotongan *core fiber*.

Tahap membelah/memotong *fiber optic* harus dilakukan di tahap kedua pada penyambungan *fiber optic* dikarenakan pada saat tahap awal yaitu pengupasan kabel, luas penampang dari *core fiber* belum rata sehingga diperlukan pemotongan *core fiber optic* untuk dapat meratakan luas penampang *core fiber* dengan menggunakan alat *cleaver*. Jika proses pemotongan kabel tidak menggunakan alat *cleaver*, maka ujung dari *core fiber optic* diameternya tidak akan rata<sup>[3]</sup>, seperti yang terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Kegagalan Pemotongan *Fiber Optic*

### C. Membersihkan *Fiber Optic*

Setelah melalui tahapan membelah/memotong *fiber optic mechanical splicing* dan *fusion splicing*, tahapan selanjutnya adalah membersihkan *fiber optic*. Cara untuk membersihkan *fiber optic* adalah dengan *alcohol* dan *tissue*. Hal pertama yang dilakukan adalah menyediakan *alcohol spray* 90 %, hal tersebut dikarenakan agar jelly yang terdapat pada pipa *fiber optic* mudah larut pada saat dibersihkan. Hal kedua yang dilakukan adalah menyiapkan *tissue sticklers*, hal tersebut dikarenakan *tissue* ini dikhususkan untuk pembersihan *core fiber*. Semprotkan *alcohol* cair pada *tissue*, kemudian lakukan pembersihan *core fiber*.

Tahap membersihkan *fiber optic* dilakukan di tahap ketiga pada penyambungan *fiber optic* dikarenakan untuk membersihkan *core fiber* setelah dilakukan pemotongan luas penampang *core*.

### D. *Splicing/*Penyambungan *Fiber Optic*

Proses *splicing /* penyambungan *fiberopticmechanical splicing* menggunakan alat bantu *fiberlok*, proses *splicing /* penyambungan *fiberopticfusion splicing* dilakukan menggunakan *arc Fusion* (Gambar 14). *Arc Fusion* adalah alat khusus yang digunakan untuk menyambungkan *core fiber*.



Gambar 14 Arc Fusion

Berikut ini merupakan fungsi dari tombol yang dimiliki oleh *arc fusion*:

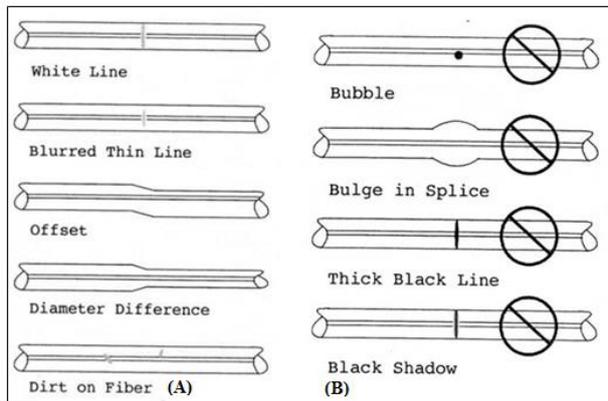
1. *Set*: *switch* awal untuk operasi otomatis,
2. *Reset*: *switch* untuk mengembalikan ke posisi awal atau membatalkan,
3. *Heater Set*: untuk mengoperasikan *Heater* (pemanas selongsong) dan dilengkapi lampu indikator,
4. *Select*: memilih/mengaktifkan *item* pada menu,
5. *Next*: untuk menentukan langkah selanjutnya sesuai dengan yang ada pada menu,
6. *Fokus up/down*: untuk memindahkan fokus naik/turun,
7. *Arc*: untuk mengaktifkan peleburan ulang,
8. *Field change*: mengganti layar X – Y atau Y – X,
9. *Key switch*: untuk operasi manual dari pemilihan fungsi memilih parameter untuk setiap *mode*.

Hal pertama yang dilakukan dalam proses *splicing/*penyambungan *fiberoptic* adalah menyiapkan alat *arc fusion*, kemudian menekan tombol ON untuk mengaktifkan alat *arc fusion*, setelah itu buka penutup *wind protector* dan *sheath clamp* (pengunci kabel), kemudian masukan *sleeve* pada kabel *fiber optic*.

Letakan kabel *fiber optic* ujung sebelah kiri dan kanan, kemudian tutup *sheater clamp* kiri dan kanan dan *wind protector*, tahap selanjutnya menampilkan CMOS *mode* dan menampilkan *core fiber* yang sedang disambungkan, lalu buka penutup *wind protector* dan *sheater clamp* (penjepit kabel) kiri dan kanan, geser *sleeve* pada bagian tengah kabel *fiber optic* yang telah disambungkan, masukan kabel *fiber optic* pada *heater tube*, dan tahap terakhir adalah membuka penutup *heater tube*.

Tahap *splicing/*penyambungan *fiber optic* dilakukan di tahap akhir pada penyambungan *fiber optic* dikarenakan pada tahap ini akan dilakukan proses peleburan *fiber optic* menggunakan *arc fusion*, proses pemanasan *sleeveprotection* dilakukan agar *core fiber* tidak terkontaminasi cairan dan melindungi titik sambungan yang telah dibuat. Menurut buku *The Fiber Optic Association, Inc* (dengan topik *fusion Splicing*) (FOA,2015)<sup>[2]</sup>, jika pada tahap ini terjadi kegagalan proses peleburan *fiber optic*, maka yang akan terjadi pada *core fiber* adalah timbulnya gelembung, garis tebal, garis hitam, dan garis tipis, seperti yang terlihat pada Gambar 15 yang menggambarkan

penyambungan *fiber optic* berhasil (A) dan penyambungan *fiber optic* gagal (B).



Gambar 15 Penyambungan *Fiber Optic*

## VI. ANALISIS PEMBANGUNAN APLIKASI PENYAMBUNGAN *FIBER OPTIC* MENGGUNAKAN SIMULASI.

Aplikasi penyambungan *fiber optic* dibangun menggunakan simulasi dikarenakan hal – hal sebagai berikut:

1) Dengan metode simulasi maka pengguna / user yang tidak mengetahui *fiber optic* dan tidak mengetahui proses pembuatannya serta alat – alat apa saja yang menunjang dalam proses penyambungan *fiber optic* dapat mengetahui hal – hal tersebut tanpa harus melihat secara langsung, sehingga dengan metode ini pengguna / user lebih mudah mengenal dan memahami *fiber optic*.

2) Dengan metode simulasi ini para pengguna / user dapat mengetahui tingkat pengetahuan mengenai *fiber optic* dan dapat mengetahui apakah pengguna / user tersebut sudah menguasai bidang jaringan komputer atau belum. Pada simulasi ini akan diklasifikasikan menjadi tiga bagian golongan pengguna / user yaitu pengguna yang sudah menguasai bidang jaringan komputer, pengguna yang belum menguasai bidang jaringan komputer tetapi sudah pernah mempelajari sebelumnya, atau pengguna yang belum mengetahui dan mempelajari bidang jaringan komputer. Bidang jaringan komputer yang dimaksud adalah pengetahuan mengenai *fiber optic*.

3) Pengguna / user yang dimaksud adalah mahasiswa / mahasiswi yang akan dan sedang mengambil mata kuliah jaringan komputer.

## VII. ANALISIS PERSENTASE TARGET PEMBANGUNAN APLIKASI

Dapat dilihat bahwa ada beberapa tahapan proses kerja yang belum sempurna dilakukan pada simulasi penyambungan *fiber optic*, tahapan tersebut adalah:

### A. Pengupasan *fiber optic*

1) Memastikan bahwa telah benar jarak kupasan telah berjarak  $\pm 10$ cm yang terdapat pada proses pengupasan *outer jacket* dengan persentase kerja 20%, hal tersebut dikarenakan masih berupa gambar yang digunakan sebagai tanda lapisan *outer jacket* harus dikupas.

2) Memastikan bahwa telah benar jarak kupasan telah berjarak  $\pm 10$ cm yang terdapat pada proses pengupasan *cladding* dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan tidak ada gambar atau tanda yang digunakan untuk mengupas lapisan *cladding*.

3) Memastikan bahwa telah benar jarak kupasan telah berjarak  $\pm 10$ cm yang terdapat pada proses pengupasan *coating* dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan tidak ada gambar atau tanda yang digunakan untuk mengupas lapisan *coating*.

### B. Pemotongan *fiber optic*

Memastikan *core* penampang telah sama tegak dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan belum dilakukan *result* sebagai patokan bahwa *core* telah sama tegak.

### C. Pembersihan *fiber optic*

1) Membersihkan gel pada *core fiber* menggunakan *tissue* dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan belum dilakukan simulasi pada tahap tersebut.

2) Memastikan bahwa *core fiber* telah bersih dari gel dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan belum dilakukan simulasi pada tahap tersebut.

3) Melihat hasil pembersihan *core fiber* dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan belum dilakukan simulasi dan hasil pada tahap tersebut.

### D. Penyambungan *fiber optic*

1) Memastikan *core fiber* telah benar diletakan pada area penyambungan / *V Groove* dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan belum dilakukan simulasi dan hasil pada tahap tersebut.

2) Memastikan jarak *core fiber* dengan batang anoda sudah benar dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan belum dilakukan simulasi dan hasil pada tahap tersebut.

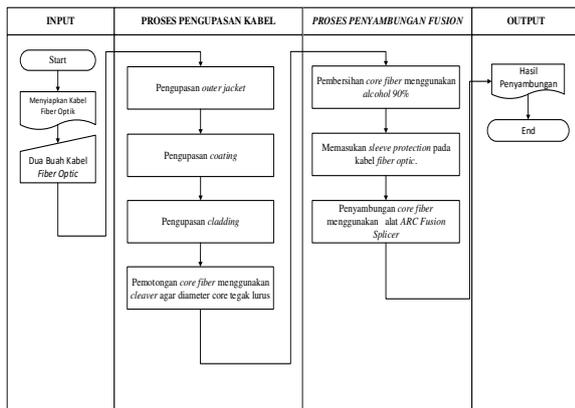
3) Memastikan *core fiber* telah benar diletakan pada area penyambungan / *V Groove* dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan belum dilakukan simulasi dan *result* pada tahap tersebut.

4) Memastikan jarak *core fiber* dengan batang anoda sudah benar dengan persentase 0%, hal tersebut dikarenakan belum dilakukan simulasi dan *result* pada tahap tersebut.

- 5) Memastikan peleburan *core fiber* benar-benar sempurna menggunakan *camera X-Ray* pada alat *arc fusion* dengan persentase 30%, hal tersebut dikarenakan masih berupa gambar untuk melihat proses peleburan *core fiber*.
- 6) Memastikan tidak ada kerusakan pada penyambungan *core fiber* dengan persentase 20%, hal tersebut dikarenakan masih berupa gambar untuk melihat *core fiber* yang akan disambung.
- 7) Memastikan *value loss db = 0.00* dengan persentase 30%, masih berupa gambar untuk memastikan hal tersebut.
- 8) Melihat *result* penyambungan kabel *fiber optic* dengan persentase 50%, masih berupa gambar untuk melihat *result* tersebut.
- 9) *Result* keseluruhan penyambungan kabel *fiber optic* dengan persentase 30%, masih berupa gambar untuk melihat *result* tersebut.

VIII. BLOK DIAGRAM PROSES PENYAMBUNGAN FIBER OPTIC

Berikut ini merupakan blok diagram proses penyambungan kabel *fiber optic* yang terdapat pada Gambar 16.



Gambar 16 Blok Diagram Penyambungan Fiber Optic

Berikut ini merupakan penjelasan dari *flowmap* yang terdapat pada Gambar 16.

1. Proses dimulai dari tahapan berupa input dari *user*. Proses pertama yaitu menyiapkan kabel, berupa dua buah potongan kabel yang akan disambung.
2. Proses yang kedua adalah pengupasan kabel, dimana akan dilakukan pengupasan *outer jacket*, *coating* dan *cladding* untuk mendapatkan lapisan *core*.
3. Proses yang ketiga adalah pemotongan *core fiber*, untuk meratakan permukaan *core fiber*. Setelah itu masuk ke proses keempat yaitu pembersihan *core fiber* menggunakan alkohol 90 %.

4. Proses penyambungan *fusion* adalah tahapan utama dari simulasi ini, dimulai dengan memasukkan *sleeve protection* untuk dilakukan penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan *arc fusion splicer*.
5. *Output* berupa hasil sambungan kabel *fiber optic*.

IX. SKEMATIK PROSES KERJA SIMULASI PENYAMBUNGAN FIBER OPTIC

Berikut ini merupakan skematik proses kerja dari simulasi penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan *fusion splicing* yang terdapat pada Gambar 17.

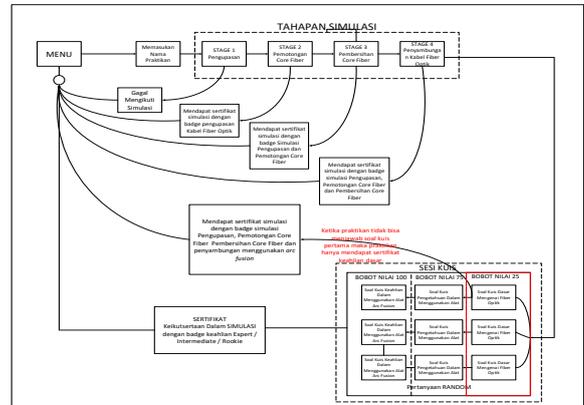
Gambar 17 menjelaskan skematik dari simulasi penyambungan *fiber optic* menggunakan *fusion splicing* yang terdapat pada menu simulasi dengan tahapan sebagai berikut:

1. Dari halaman menu utama button “simulasi” ketika button tersebut di-*click* maka akan muncul halaman untuk memasukkan nama praktikan/pengguna.
2. Setelah memasukkan nama praktikan/pengguna pada halaman sebelumnya, maka akan diteruskan ke *stage-1* tahapan penyambungan *fiber optic* yaitu tahap pengupasan *fiber optic*. Jika praktikan/pengguna gagal dalam *stage-1* tersebut maka dinyatakan telah gagal mengikuti simulasi penyambungan *fiber optic*, sehingga akan kembali ke halaman menu utama dan tidak dapat melanjutkan ke *stage* selanjutnya. Praktikan/pengguna dinyatakan gagal jika melakukan kesalahan *drag and drop* sebanyak tiga kali pada *stage* tersebut.
3. Jika praktikan/pengguna telah berhasil pada *stage-1* maka akan diteruskan ke *stage-2* tahapan penyambungan *fiber optic* yaitu tahap pemotongan *core fiber*. Jika praktikan/pengguna gagal dalam *stage-2* tersebut maka praktikan/pengguna dinyatakan telah lulus tahapan simulasi pengupasan *fiber optic*, karena tidak mampu menyelesaikan *stage-2* ini, sehingga praktikan/pengguna hanya akan mendapatkan sertifikat bagian pengupasan *fiber optic* saja. Praktikan/pengguna dinyatakan gagal jika melakukan kesalahan *drag and drop* sebanyak tiga kali pada *stage* tersebut.
4. Jika praktikan/pengguna telah berhasil pada *stage-2* maka akan diteruskan ke *stage-3* tahapan penyambungan *fiber optic* yaitu tahap pembersihan *core fiber*. Jika praktikan/pengguna gagal dalam *stage-3* tersebut maka dinyatakan telah lulus tahapan simulasi pengupasan dan pemotongan *fiber optic*, karena tidak mampu menyelesaikan *stage-3* ini, sehingga praktikan/pengguna hanya akan mendapatkan sertifikat bagian pengupasan dan pemotongan

*fiber optic* saja. Praktikan/pengguna dinyatakan gagal jika melakukan kesalahan *drag and drop* sebanyak dua kali pada *stage* tersebut.

- Jika praktikan/pengguna telah berhasil pada *stage-3* maka akan diteruskan ke *stage-4* yang merupakan tahap penyambungan *fiber optic*. Jika praktikan/pengguna gagal dalam *stage-4* tersebut maka dinyatakan telah lulus tahapan simulasi pengupasan, pemotongan dan pembersihan *fiber optic*, karena tidak mampu menyelesaikan *stage-4* ini, sehingga praktikan/pengguna hanya akan mendapatkan sertifikat bagian pengupasan, pemotongan dan pembersihan *fiber optic* saja. Praktikan/pengguna dinyatakan gagal jika melakukan kesalahan *drag and drop* sebanyak empat kali pada *stage* tersebut.
- Jika praktikan/pengguna telah berhasil pada *stage-4* maka akan diteruskan ke sesi kuis dengan tiga pertanyaan kuis yang diajukan ke praktikan/pengguna dengan jenis soal level *easy*, *medium* dan *hard* yang dikeluarkan secara random. Sesi pertanyaan pertama adalah sesi soal kuis mendasar mengenai *fiber optic* yang memiliki bobot nilai 25, jika pada sesi ini praktikan/pengguna gagal maka praktikan/pengguna tidak akan mendapatkan bobot nilai (nol) dan hanya akan mendapatkan sertifikat bagian pengupasan, pemotongan, pembersihan dan penyambungan *fiber optic* saja, akan tetapi jika praktikan/pengguna dapat menjawab sesi ini maka akan mendapatkan bobot nilai 25. Sesi pertanyaan kedua adalah sesi soal kuis pengetahuan dalam menggunakan alat yang memiliki bobot nilai 75, jika pada sesi ini praktikan/pengguna gagal maka praktikan/pengguna hanya akan mendapatkan bobot nilai 25 yang didapat dari sesi pertanyaan pertama karena tidak mendapatkan bobot nilai (nol) pada sesi ini, akan tetapi jika praktikan/pengguna dapat menjawab sesi ini maka akan mendapatkan bobot nilai 100. Sesi pertanyaan terakhir adalah sesi soal kuis keahlian dalam menggunakan *arc fusion* dengan bobot nilai 100, jika pada sesi ini praktikan/pengguna gagal maka praktikan/pengguna hanya akan mendapatkan bobot nilai 100 yang didapat dari sesi pertanyaan pertama dengan bobot nilai 25 dan sesi pertanyaan kedua dengan bobot nilai 75 karena tidak mendapatkan bobot nilai (nol) pada sesi ini, akan tetapi jika praktikan/pengguna dapat menjawab sesi ini maka akan mendapatkan bobot nilai 200. Setelah melalui sesi kuis tersebut, praktikan/pengguna akan mendapatkan sertifikat hasil keikutsertaan dalam

simulasi penyambungan *fiber optic*. Praktikan/pengguna diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu *expert technician*, *intermediate technician* dan *rookie technician*.



Gambar 17 Skematik Penyambungan Fiber Optic

## X. IMPLEMENTASI

### A. Halaman Utama Aplikasi Penyambungan Kabel Fiber Optic



Gambar 18 Halaman Utama Aplikasi

Menu pengenalan *fiber optic* merupakan menu yang berisi pengenalan alat *fiber optic* berupa kabel *fiber optic*, *stripper*, *alcohol*, *cleaver*, *sleeve* dan *arc fusion*. Menu Tutorial merupakan menu yang berisi video tutorial cara memasang kabel *fiber optic* yang benar. Menu simulasi merupakan menu yang berisi simulasi pengupasan, pemotongan, pembersihan dan penyambungan kabel *fiber optic* seperti pada Gambar 18.

### B. Halaman Pengenalan Hardware

Berikut ini merupakan *hardware* yang digunakan untuk penyambungan kabel *fiber optic* seperti pada Gambar 19.



Gambar 19 Pengenalan *Fiber Optic*

C. Halaman Video Tutorial



Gambar 20 Halaman Video Tutorial

Pada halaman ini akan dijelaskan mengenai penyambungan kabel *fiber optic* mulai dari proses pengupasan, pemotongan, pembersihan sampai dengan proses penyambungan kabel *fiber optic* seperti pada Gambar 20.

D. Tampilan Halaman Utama Simulasi

Berikut ini merupakan halaman utama simulasi yang terdapat pada Gambar 21.



Gambar 21 Halaman Utama Simulasi

E. Halaman Sesi Kuis

Halaman sesi kuis merupakan pengetahuan praktikan/pengguna untuk mengukur sejauh mana praktikan/pengguna memahami penyambungan *fiber optic* seperti pada Gambar 22.



Gambar 22 Sesi Kuis Pertama

F. Gagal pada Simulasi



Gambar 23 Gagal pada Simulasi

Jika praktikan/pengguna gagal melewati *stage-1* simulasi yaitu tahapan pengupasan kabel *fiber optic*, maka praktikan/pengguna dinyatakan gagal melalui simulasi penyambungan *fiber optic*, sehingga akan muncul tampilan seperti pada Gambar 23.

G. Berhasil pada Tahap Pengupasan, Pemotongan, Pembersihan dan Penyambungan *Fiber Optic*



Gambar 24 Berhasil Pada Tahap Pengupasan, Pemotongan, Pembersihan dan Penyambungan *Fiber Optic*

Jika praktikan/pengguna gagal melewati kuis sesi pertama yaitu kuis dasar *fiber optic*, maka praktikan/pengguna dinyatakan berhasil melalui tahapan pengupasan, pemotongan, pembersihan dan penyambungan kabel *fiber optic*, sehingga akan mendapatkan sertifikat seperti pada Gambar 24.

H. Sertifikat Expert Technician



Gambar 25 Sertifikat Expert Technician

Jika praktikan/pengguna berhasil melewati seluruh sesi simulasi dan sesi kuis, maka praktikan/pengguna dinyatakan telah berhasil melalui simulasi dan kuis pengetahuan penyambungan *fiber optic* dengan mendapatkan sertifikat “Expert Technician” seperti pada Gambar 25.

XI. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan pada aspek fungsionalitas dari pembangunan aplikasi penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan metode *fusion* berbasis simulasi mulai dari tingkat proses yang terpenting. Pengujian dilakukan melalui tiga tahap yaitu pengujian fungsi tombol (*button*) pada simulasi yang dilakukan dengan menggunakan pengujian *alpha* dan pengujian *beta* yang merupakan pengujian penggunaan simulasi yang dilakukan oleh *user* yang akan menggunakan simulasi tersebut serta pengujian *semantic differential* merupakan pengujian tingkat kepuasan pengguna dalam menggunakan aplikasi penyambungan *fiber optic* berbasis simulasi.

XII. PENGUJIAN ALPHA

A. Pengujian pengenalan hardware

Berikut ini merupakan pengujian *alpha* untuk pengenalan hardware yang terdapat pada Gambar 26.

Pengujian	Source code	Kondisi yang diharapkan	Aktifitas Pengujian		Hasil pengujian	Kesimpulan
			Kondisi Awal	Kondisi Akhir		
Objek tooltips	<pre> onClipEvent(Load){     xName = this._x;     yName = this._y; } onClipEvent(renderFrame){     if(!_parent._mouseOver){         this._x = _parent._mouseOver;         this._y = _parent._mouseOver;         this.updateAfterEvent();     } } </pre>	Ketika Objek kena kursor objek gambar mengeluarkan tooltip	Praktikan menyorot objek	Objek tooltips akan terlihat ketika praktikan menyorot objek	Objek tooltips dapat berfungsi sesuai yang diharapkan	Berhasil

Gambar 26 Pengujian Pengenalan Hardware

B. Pengujian simulasi

Berikut ini merupakan pengujian *alpha* untuk simulasi yang terdapat pada Gambar 27.

Pengujian	Source code	Kondisi yang diharapkan	Aktifitas Pengujian		Hasil pengujian	Kesimpulan
			Kondisi Awal	Kondisi Akhir		
Stripper drag and drop Objek	<pre> on(release = function(){     if(!this._parent) == true){         this._x = this._x;         this._y = this._y;         gotoAndPlay(0);     }     else{         this._x = this._x;         this._y = this._y;         gotoAndPlay(0);     } } </pre>	Objek stripper yang dapat bergerak jika di-click dan berfungsi sebagai trigger drag and drop	Praktikan peng-guna melakukan drag and drop stripper	Objek zipper yang dapat bergerak jika di-click dan berfungsi sebagai trigger drag and drop	Drag and drop dapat berfungsi sesuai yang diharapkan	Berhasil
Tombol jawaban A	<pre> on(release){     sound = "A";     if(sound == "A"){         nilai = 75;         gotoAndStop(myArray);     }     else{         gotoAndStop(myArray);     } } </pre>	Dapat menekan tombol jawaban untuk menjawab A	Praktikan peng-guna menekan (click) jawaban "A"	Dapat menekan tombol jawaban untuk menjawab A	Tombol dapat berfungsi sesuai yang diharapkan	Berhasil

Gambar 27 Pengujian Simulasi

C. Pengujian fungsi tombol

Berikut ini merupakan pengujian *alpha* untuk fungsi tombol yang terdapat pada Gambar 28.

Pengujian	Source code	Kondisi yang diharapkan	Aktifitas Pengujian		Hasil pengujian	Kesimpulan
			Kondisi Awal	Kondisi Akhir		
Tombol menu Pengenalan Hardware	<pre> on(release){     gotoAndStop(7); } </pre>	Masuk ke halaman pengenalan hardware	Praktikan pengguna menekan (click) tombol menu "pengenalan hardware"	Masuk ke halaman pengenalan hardware	Tombol dapat berfungsi sesuai yang diharapkan	Berhasil

Gambar 28 Pengujian Fungsi Tombol

Dari hasil pengujian *alpha* yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa aplikasi yang dibangun telah memenuhi persyaratan fungsional simulasi penyambungan *fiber optic* dengan pengujian tombol (*button*) pada halaman menu utama, halaman pengenalan *hardware*, halaman tutorial, halaman simulasi (pengupasan, pemotongan, pembersihan dan penyambungan) dan halaman sesi kuis simulasi dan dapat menghasilkan keluaran (*output*) yang diharapkan.

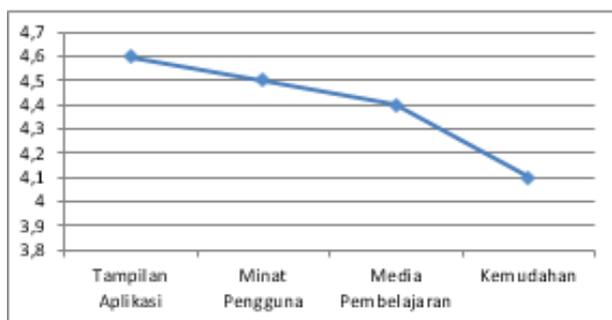
XIII. PENGUJIAN BETA

Dari hasil pengujian *beta* yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa penggunaan simulasi yang dilakukan oleh *user* yang akan menggunakan aplikasi penyambungan *fiber optic* berbasis simulasi telah dilaksanakan dengan baik dan telah dilakukan pengujian berupa kuis terhadap 30 orang pengguna dengan hasil bahwa aplikasi tersebut telah diterima dengan baik oleh pengguna.

TABEL II  
PENGUJIAN KUISIONER

Parameter	Sangat Setuju	Setuju	Ragu - ragu	Tidak setuju	Sangat Tidak setuju	Jumlah Total
Pengguna mengenal Kabel fiber optic	6,7%	20,0%	73,3%	0%	0%	100 %
Aplikasi simulasi ini dapat membantu pengguna mengenal Kabel fiber optic	20,0%	70,0%	10,0%	0%	0%	100 %
Informasi simulasi penyambungan Kabel fiber optic mudah dimangesti oleh pengguna	33,3%	56,7%	10,0%	0%	0%	100 %
Aplikasi simulasi penyambungan Kabel fiber optic mudah digunakan	33,3%	56,7%	10,0%	0%	0%	100 %
Simulasi penyambungan Kabel fiber optic menarik bagi pengguna	50,0%	46,7%	3,3%	0%	0%	100 %
Tampilan simulasi penyambungan Kabel fiber optic	46,7%	50,0%	3,3%	0%	0%	100 %
Simulasi ini dapat menjadi media pembelajaran dalam bidang jaringan komputer	50,0%	46,7%	3,3%	0%	0%	100 %
Minat pengguna akan meningkat pada bidang jaringan setelah menggunakan aplikasi simulasi penyambungan Kabel fiber optic	33,3%	60,0%	6,7%	0%	0%	100 %
Simulasi penyambungan Kabel fiber optic ini sudah interaktif	33,3%	60,0%	6,7%	0%	0%	100 %
Visualisasi objek 3D yang dibangun sesuai dengan keadaan asli tahapan penyambungan Kabel fiber optic	60,0%	40,0%	0,0%	0%	0%	100 %

XIV. PENGUJIAN SEMANTIC DIFFERENTIAL



Gambar 29 Grafik Semantic Differential

Pengujian *semantic differential* merupakan pengujian tingkat kepuasan pengguna dalam menggunakan aplikasi penyambungan *fiber optic* berbasis simulasi. Pengujian ini merupakan kesimpulan yang diambil dari pengujian beta berupa kuisioner. Berikut ini merupakan penjelasan dari Gambar 29:

1. Jumlah pengguna yang melakukan kuisioner ada 30 pengguna.

- Analisis *semantic differential* menggunakan analisis *belief* yang merupakan analisis tingkat kepercayaan pengguna terhadap aplikasi penyambungan *fiber optic* yang memiliki empat parameter utama dalam mengukur kepercayaan yaitu tingkat kemudahan aplikasi, tampilan aplikasi, daya minat pengguna terhadap aplikasi dan nilai edukasi pada aplikasi sebagai media pembelajaran dalam mata kuliah Jaringan Komputer.
- Penilaian analisis *belief* memiliki lima skala pengukuran dalam menentukan kepuasan pengguna yaitu:

1 = Sangat Tidak Setuju

2 = Tidak Setuju

3 = Ragu - Ragu

4 = Setuju

5 = Sangat Setuju

- Jika diurutkan dari analisis *belief* terbesar ke terkecil maka dapat didapatkan hasil sebagai berikut:

TABEL III

KESIMPULAN SEMANTIC DIFFERENTIAL

Atribut	Skala
Tampilan Aplikasi	4,6
Minat Pengguna	4,5
Media Pembelajaran	4,4
Kemudahan	4,1

XV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari pembangunan aplikasi penyambungan kabel *fiber optic* menggunakan metode *fusion* berbasis simulasi adalah sebagai berikut:

- Dapat mensimulasikan alat asli *arc fusion splicer* untuk melakukan penyambungan *fiber optic* dengan menggunakan metode *fusion* akan tetapi mempunyai kekurangan yaitu belum mampu melakukan pengecekan hasil kualitas sambungan kabel *fiber optic* berupa gelembung, garis tebal, garis hitam dan garis tipis pada titik sambungan.
- Dengan menggunakan pengujian *semantic differential* maka aplikasi ini telah layak uji dan dapat meyakinkan pengguna bahwa aplikasi penyambungan *fiber optic* dapat menjadi media pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- FOA.2009."The FOA Reference Guide to Premises Cabling,"<http://www.foa.org/FOArgPC.html>,Inc.California.FOA, diunduh pada tanggal 20 Desember 2015 pukul 07:08 WIB.
- FOA.2013."Fiber Optic Testing With Optical Time Domain Reflectometers-

- OTDRs,"<http://www.thefoa.org/tech/ref/quickstart/OTDR.html>,Inc. California.FOA, diunduh pada tanggal 20 Desember 2015 pukul 09:45 WIB.
- [3] Fujikura.2009.Fujikura Instruction Manual ARC Fusion Splicer FSM-60S. Kiba Tokyo,Japan.
- [4] Group.Walker.2015."Push to Clean with Clean Clicker Fiber Optic Connector Cleaners".<http://www.sticklerscleaners.com/products/product/sticklers-cleanclicker/>, diunduh pada tanggal 23Desember 2015 pukul 11:08 WIB.
- [5] Keiser.Gerd.2010.*Optical Fiber Communications*.Singapura.McGraw Hill.
- [6] TPCC.2014.*Teknisi Instalasi Fiber Optik(TIFO)*.Jakarta.Telkom Indonesia.
- [7] Wardhana.Endy Kusuma, Setijono. Heri.2010."Analisa Redaman Serat Optik Terhadap Kinerja Sistem Menggunakan Metode Optical Link Power Budget,"*Jurnal ITS Bidang Minat Rekayasa Fotonika*.Surabaya.Institut teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] C.Dorrer,2006." High-speed measurements for optical telecommunication systems," *IEEE J. Sel Topics Quantum Electronics* , vol.12,pp.843-858, July/Aug.
- [9] Alief.Ridwan, Sudjadi 2015. *Teknik Penyambungan Serat Optik Dengan Metode Penyambungan Fusi (Fusion Splicing) Di PT. Telekomunikasi Indonesia,Tbk Area Network Solo*.Semarang.Universitas Diponegoro.
- [10] A.Girard.2006, FTTx PON *Tecnology and Testing*, EXPO. Quebec.Canada.
- [11] ITU-T.2009.Optical Fiber, Cables and System.Geneva.Switzerland.